

## SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

JP-A-10-336979

LAID OPEN: December 18, 1998

As shown in Figs. 1 and 2, a pair of coils of the four coils for the same phase is constituted of two kinds of coils in shape different from the other pair of coils. The two kinds of coils are located so that the closest coils for the same phase are not the same in shape and so that the coils mounted on the adjacent stator poles 13a, 13b, 14a, 14b, 16a, 16b, 17a, 17b, 18a, 18b, 19a, 19b are not the same in shape. As shown in Fig. 2 and 3, the ending end and the starting end of each coil are drawn in parallel to each other. Connection portions 40, 41, 42, 43, 44, 45 are formed so that lead wire of each pair of the coils for the same phase, that is, the lead wire of the first phase coils 20A; 20D; 20B; 20C, the lead wire of the second phase coils 21A; 21C; 21B; 21D and the lead wire of the third phase coils 22B; 22C; 22C; 22A; 22D are approximately the same to each other.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-336979

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 19/10

識別記号

F I

H 0 2 K 19/10

A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-141775

(22) 出願日

平成9年(1997)5月30日

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 佐久間 昌 史

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72) 発明者 中 根 嘉

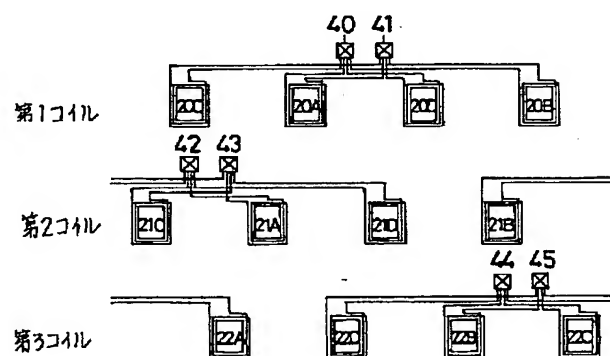
愛知県刈谷市昭和町2丁目3番地 アイシン・エンジニアリング株式会社内

(54) 【発明の名称】 スイッチドリラクタンスモータ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成にて、小型化及び製作コストの低減を達成可能なスイッチドリラクタンスモータを提供する。

【解決手段】 ロータ23の回転に応じてロータポール部24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27bが同時に対向するステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bに巻回されるコイル群20A～20D、21A～21D、22A～22Dを電氣的に並列に、且つ、通電によりコイル群の中で空間的に最も近い2つのコイルが巻回されるステータポール部のロータポール部との対向面に異なった磁極が発生するように接続したこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 径方向内方に互いに夫々対向するように突出し且つ、軸方向に延びる複数個の対のステータポール部を有するステータと、該ステータ内に回転可能に配設されると共に、径方向外方に突出して前記ステータポール部と所定の隙間を保ちながら対向可能で且つ、軸方向に延びる複数個のロータポール部を有するロータと、前記各対のステータポール部に集中的に巻回される複数個のコイルとを備えたスイッチリラクタンスモータにおいて、前記ロータの回転に応じて前記ロータポール部が同時に対向する前記ステータポール部に巻回される前記コイル群を電氣的に並列に、且つ、通電により前記コイル群の内で空間的に最も近い 2 つのコイルが巻回される前記ステータポール部の前記ロータポール部との対向面に異なった磁極が発生するように接続したことを特徴とするスイッチドリラクタンスモータ。

【請求項 2】 前記コイル群を偶数個のコイルで構成すると共に、前記コイルを、その一方の半数のコイルが他方の半数のコイルに対して、異なった形状、又は異なった巻き方向、又は異なった巻数、又は異なった素線からなる 2 種類のコイルで構成し、これら 2 種類のコイルを、前記コイル群の内で空間的に最も近い 2 つのコイルが同一種類とならないように、且つ互い隣り合う前記ステータポール部に巻回される前記コイルが同一種類とならないように、交互に配置したことを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチドリラクタンスモータ。

【請求項 3】 前記 2 種類のコイルの内、一方の種類のコイルを素線の長さ方向に対して垂直な断面形状がほぼ長方形とされていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスイッチドリラクタンスモータ。

【請求項 4】 前記コイルの両端部が、ほぼ並行されて引き回されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載のスイッチドリラクタンスモータ。

【請求項 5】 前記コイルの夫々が多層に巻回され、内層にある一端が前記ステータから軸方向にはみ出すコイルと前記ステータとの間の形成される空間を通して径方向外方に引き回されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 に記載のスイッチドリラクタンスモータ。

【請求項 6】 前記コイル群を構成する各コイルの引き回し部の長さが全てほぼ均等である位置、又は前記コイル群の内、各対のコイルの引き回し部の長さが、夫々がほぼ均等である位置で電力供給線に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載のスイッチドリラクタンスモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチドリラクタンスモータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、一般に知られているスイッチドリ

ラクタンスモータは、例えば、英国特許公開公報 G B 2 2 3 1 2 1 4 A に開示されている。このスイッチドリラクタンスモータは、電磁鋼板の積層により形成されて、ハウジングの内孔内に固定されたステータと、電磁鋼板を積層されて成り、ハウジングのブラケットに軸受を介して回転可能に支承される出力軸に固定され、該出力軸と共にステータ内を回転可能に配設されるロータを備えている。ロータは、径方向外方に突出し且つ、軸方向に延びる複数個のロータポール部を有し、またステータは、径方向内方に互いに夫々対向するように突出し且つ、軸方向に延びる複数個の対のステータポール部を有している。各ステータポール部は、ロータの回転に応じて各ロータポール部と対向し、対向しているポール間には所定の隙間が保たれている。また、ステータポール部には、夫々コイルが巻回され、ロータの回転に応じて同時にロータポール部に対向する対のステータポール部に巻回されるコイルは、互いに直列に接続されており、電流供給時に同対のステータポール部間に磁束を発生させる。該磁束により、磁束が発生しているステータポール部に所定の隙間を介して対向しているロータポール部に吸引力が作用し、この吸引力を、ロータの回転位置に応じてコイルへの電流供給をスイッチング素子等により制御することにより、変化させてモータトルクを発生させている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ロータの回転に応じてロータポール部に同時に対向するステータポール部に巻回されるコイルの群が 3 つ構成される、3 相のスイッチドリラクタンスモータにおいては、ステータポール部及びロータポール部の数に、一般に 6-4、12-8 等の組合わせが用いられる。例えば、12-8 の組合わせの場合、全コイル数は 12 個あり、1 相は 4 個のコイルからなり、これら 4 個のコイルが上記した従来技術のように直列に接続される。

【0004】このように各同相コイルが直列に接続される際、各ポール数が 6-4 の組合わせの時には全コイル数が 6 個と少ないため、コイル間の接続数が少なく済み、当該スイッチドリラクタンスモータの製作上、支障はない。しかしながら、各ポール数が 12-8 の組合わせの時には、上記したように全コイル数は 12 個となることから、電氣的接続部は合計 15 個所になり、製作上、手間を要し、当該スイッチドリラクタンスモータの製作コストが増大する。

【0005】また、更にコイル間の接続部は、コイルの 1 ターンを構成する、導体線と同等以上の断面積を有する導体線を用いる必要があるため、これら接続部の収容のための空間が必要となり、結果として当該スイッチドリラクタンスモータが大型化する。

【0006】それゆえ、本発明は、簡単な構成にて、小型化及び製作コストの低減を達成可能なスイッチドリラ

クタンスモータを提供することを、その課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために講じた請求項1の発明の技術的手段は、当該スイッチドリラクタンスモータにおいて、ロータの回転に応じて前記ロータポール部が同時に対向する前記ステータポール部に巻回される前記コイル群を電氣的に並列に、且つ、通電により前記コイル群の中で空間的に最も近い2つのコイルが巻回される前記ステータポール部の前記ロータポール部との対向面に異なった磁極が発生するように接続したことである。

【0008】この手段によれば、同一コイル群のコイル間の接続箇所は2箇所ですみ、ロータの回転に応じてロータポール部に同時に対向するステータポール部に巻回されるコイルの群が3つ構成される、3相のスイッチドリラクタンスモータにおいては、電氣的接続箇所を最低数の6箇所にすることが可能となり、製作作業時間が短縮される。また、直列接続に比べて、コイルの1ターンを構成する導体線の断面積が小さくて済むため、細い導線を使用できることから、コイル端部の引き回しが容易となり、引き回し部を収容する空間を小さくできて、モータの小型化が可能となる。

【0009】請求項2の発明において講じた技術的手段は、前記コイル群を偶数個のコイルで構成すると共に、前記コイルを、その一方の半数のコイルが他方の半数のコイルに対して、異なった形状、又は異なった巻き方向、又は異なった巻数、又は異なった素線からなる2種類のコイルで構成し、これら2種類のコイルを、前記コイル群の中で空間的に最も近い2つのコイルが同一種類とならないように、且つ互い隣り合う前記ステータポール部に巻回される前記コイルが同一種類とならないように、交互に配置したことである。

【0010】これによれば、隣り合うステータポール部に隙間なく、コイル断面形状を埋めることができ、占積率を高くすることができ、モータの効率向上及びモータの小型化が可能となる。

【0011】また、請求項3の発明において講じた技術的手段は、前記2種類のコイルの内、一方の種類のコイルの素線の長さ方向に対して垂直な断面形状をほぼ長方形としたことである。これによれば、隣り合うステータポール部に隙間なく、コイルの断面形状を埋めることが容易に可能となる。

【0012】請求項4の発明において講じた技術的手段は、前記コイルの両端部を、ほぼ並行に引き回したことである。

【0013】これによれば、コイル両端部により形成されるループ面積が小さくなり、放射電磁ノイズ、誘導電磁ノイズが少なくなると共に、引き回しのための空間を小さくでき、モータの小型化が可能となる。

【0014】請求項5の発明において講じた技術的手段

は、前記コイルの夫々を多層に巻回し、内層にある一端を前記ステータから軸方向にはみ出すコイルと前記ステータとの間の形成される空間を通して径方向外方に引き回したことである。

【0015】これによれば、コイルを構成する導線の整列巻きが容易となり、占積率を高くでき、モータ効率が向上すると共に、モータの小型化が可能となる。

【0016】請求項6の発明において講じた技術的手段は、前記コイル群を構成する各コイルの引き回し部の長さが全てほぼ均等である位置、又は前記コイル群の内、各対のコイルの引き回し部の長さが、夫々がほぼ均等である位置で電力供給線に接続したことである。

【0017】これによれば、同相の並列コイル間でのインダクタンスのバラツキを少なくすることができる。それゆえ、ロータポール部及びステータポール部間の隙間のバラツキにより同相の並列コイル間にインダクタンスのバラツキが生じたとしても、このバラツキはロータ及びステータに作用する径方向吸引力のバラツキを低減する側に作用するので、モータの低騒音化が図れる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に従ったスイッチドリラクタンスモータの実施の形態を図面に基づき、説明する。

【0019】図1において、スイッチドリラクタンスモータ10は、アルミニウムから成る円筒状のハウジング11を有している。ハウジング11の内孔11a内には、円筒状のステータ12が配設されている。ステータ12は、円環状の電磁鋼板の積層により形成されており、その外周部をハウジング11の内孔11aに焼きばめ等により固定されている。

【0020】ステータ12は、径方向内方に互いに夫々対向するように等間隔に突出し且つ、軸方向に延びる6対のステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bを有している。各対のステータポール部の内の各2対、例えば、ステータポール部13a、13b；17a、17bには、夫々コイル20A、20B、20C、20D（第1相コイル）が巻回され、図3に示されるように並列に接続されている。尚、各組のステータポール部14a、14b；18a、18bと、16a、16b；19a、19bにも同様にコイル21A、21B、21C、21D（第2相コイル）及びコイル22A、22B、22C、22D（第3相コイル）が巻回されており、これら各対の組のステータポール部に巻回されるコイルは、同様に並列に接続される。また、各コイルは、図1に示すように後述する駆動回路に接続されている。

【0021】本実施形態では、上記したように同相のコイルが夫々並列に、且つ、通電により同相コイルの中で空間的に最も近い2つのコイルが巻回されるステータポ

ール部の後述するロータポール部24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27bとの対向面に異なった磁極が発生するように接続されているが、同相のコイルが夫々直列に接続される従来のスイッチドリラクタンスモータに比べ、各コイルの1ターンを構成する導体線の断面積を1/4とし、巻数を4倍にすることで出力性能上は、等価なモータを得ることができる。

【0022】また、本実施形態においては、図1及び図2に示すように、同相のコイル4個の内、一方の2個のコイルが他方の2個のコイルに対して、異なった形状からなる2種類のコイルで構成し、これら2種類のコイルを、同相の内て空間的に最も近い2つのコイルが同一種類とならないように、且つ互いに隣り合うステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bに巻回されるコイルが同一種類とならないようにされている。第1相コイルのコイル20A、20B、第2相コイルのコイル21C、21D及び第3相コイルのコイル22A、22Bは、図4乃至図6に示されるように、素線の長さ方向に対して垂直な断面形状がほぼ長方形の巻数96ターンのコイルで構成されている。一方、第1相コイルのコイル20C、20D、第2相コイルのコイル21A、21B及び第3相コイルのコイル22C、22Dは、図7乃至図9に示されるように、素線の長さ方向に対して垂直な断面形状がほぼ多角形の巻数96ターンのコイルで構成されている。これら2種のコイルが、周方向に交互に配置されている。本実施形態においては、図4、図5、図7及び図8に示すように、これら2種のコイルの巻きははじめ側端部、即ち、各コイルの内側から引き出される端部は、ステータから軸方向にはみ出すコイルとステータとの間の形成される空間を通過してステータ径方向外方へ向けて引き回されている。尚、各コイルの巻きおわり側端部は、図5及び図8に示すように、同様にモータ軸方向に向けて引き回されている。

【0023】また、図2及び図3に示すように、各コイルの巻きおわり及び巻きはじめ側の両端部はほぼ並行に引き回され、各同相のコイルの内、2個ずつのコイル、第1相コイルではコイル20A；20D、20B；20C、第2相コイルではコイル21A；21C、21B；21D、第3相コイルではコイル22B；22C、22A；22Dの各対の引き回し部の長さがほぼ等しくなるような位置に夫々接続部40、41、42、43、44、45が形成され、各接続部に電力供給線が接続されている。

【0024】電磁鋼板の積層により形成されるロータ23は、その軸心に中央孔を有し、該中央孔にその両端にて図示しないサイドハウジングに図示しない軸受を介して回転可能に支持される出力軸28が嵌合固定されている。これにより、ロータ23は、ステータ12内を出力軸28と一体に回転可能となっている。更に、ロータ2

3は、径方向外方に互いに逆方向に等間隔に突出し且つ、軸方向に延びる4対のロータポール部24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27bを有している。これら各ロータポール部24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27bは、図1に示されるように、ロータ23の回転に応じて、各ステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bに対向する際、両者間に所定の隙間を保つ。

【0025】出力軸28の端部には、ロータ23の回転位置を検出するために、エンコーダ又はレゾルバ等から成る周知の回転センサが配設されている。該回転センサは、コントローラに電氣的に接続されており、回転センサにより検出されたロータ23の位置信号及び角度信号は、コントローラに送られる。

【0026】コントローラ27は、各ステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bに巻回されるコイルが接続される駆動回路に電氣的に接続されており、回転センサの位置信号及び角度信号に応じて出力信号を駆動回路に伝える。駆動回路は、トランジスタ又はサイリスタのようなスイッチング素子から成るインバータにより構成されており、回転センサにより検出されたロータ23の位置信号及び角度信号に応じたコントローラの出力信号に応じ、各コイルへ電流をパルス状に供給する。

【0027】以上の構成から成る本実施例の作用を説明する。

【0028】回転センサ26により、4対のロータポール部24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27bの内の2つが、6対のステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19bの内の2つに対向し始める所定位置にロータ23があることが検出されると、コントローラは回転センサの検出信号に応じた出力信号を駆動回路に送る。コントローラの出力信号に応じ、駆動回路は、2対のロータポール部に夫々対向し始めている2対のステータポール部に巻回された同相のコイルへ電流を供給する。これにより、同コイルが巻回されたステータポール部が磁化され、同ステータポール部間にその間に位置するロータポール部を介して磁束が生じる。この磁束によりステータポール部とロータポール部間に吸引力が作用し、この吸引力の分力により、ロータ20にロータポール部をステータポール部に対向させるようにトルクが作用する。

【0029】このトルクによりロータ23が回転し、磁化しているステータポール部に完全に対向する直前の所定位置、換言すれば、上記トルクをロータ23に作用させる上記分力が作用する最終有効位置にロータ23があ

ることが回転センサにより検出されると、回転センサのこの検出信号に応じたコントローラの出力信号によって、駆動回路が磁化しているステータポール部に巻回されているコイルへの電流供給を停止する。このように、各対のロータポール部が対向しているステータポール部の各対に巻回されているコイルへの電流は、駆動回路によりパルス状にスイッチオン及びオフ（供給）され、上記した吸引力の作用により所定のモータトルクが得られる。尚、上記した電流供給開始及び停止のタイミングは、回転数及びトルクの要求に応じて決められる。

【0030】しかして、本実施形態では、上記したように同相のコイルが夫々並列に接続されているので、図2及び図3に示すように、各コイルの端部をそのまま引き回し、モータ外部からの電力供給線に最低数の6個所の接続部40～45にてかしめ、ろう付け等で電氣的に接続すればよく、製作作業時間が著しく短縮される。

【0031】また、同相コイルが夫々直列に接続される従来のスイッチドリラクタンスモータに比べ、各コイルの1ターンを構成する導体線の断面積を $1/4$ とすることができるので、細い導線を使用することができて、曲げ曲率を小さくできる等、製作上の取り扱いを良好に行うことができる。そのため、各コイルの端部の引き回しが容易に行え、これら引き回し部を収容する空間を小さくできると共に、各コイルエンド部のモータ軸方向立ち上がり部を小さくできるので、モータの小型化が可能となる。また、各コイルの導体長さを短くできて、モータ効率の向上を図ることができる。また、更に、各コイルの断面形状を、隣り合う各ステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19b間の収容部を隙間無く、埋める図6及び図9に示す形状に容易に設定することができ、しかも導線整列巻きで製作できるため、占積率を高くでき、モータの効率向上及びモータの小型化を達成することができる。更に、設計計算上、20ターン、21ターンのような整数巻数でなく、20.5ターンのような巻数設定にした方が有利な場合があるが、これにも隣接コイルの巻数を適宜変えることにより、容易に対応することが可能となる。

【0032】また、本実施形態においては、各コイルの巻きおわり及び巻きはじめ側の両端部はほぼ並行に引き回され、各同相のコイルの内、2個ずつのコイル、第1相コイルではコイル20A；20D、20B；20C、第2相コイルではコイル21A；21C、21B；21D、第3相コイルではコイル22B；22C、22A；22Dの各対の引き回し部の長さがほぼ等しくなるような位置に夫々接続部40、41、42、43、44、45が形成され、各接続部に電力供給線が接続されている。これにより、同相の並列コイル間でのインダクタンスのバラツキを少なくすることができる。それゆえ、ロータポール部24a、24b；25a、25b；26

a、26b；27a、27b及びステータポール部13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19b間の隙間のバラツキにより同相の並列コイル間にインダクタンスのバラツキが生じたとしても、このバラツキはロータ23及びステータ12に作用する径方向吸引力のバラツキを低減する側に作用するので、モータの低騒音化を図ることが可能となる。

【0033】更に、本実施形態においては、図4、図5、図7及び図8に示すように、各コイルの巻きはじめ側端部、即ち、各コイルの内側から引き出される端部が、ステータから軸方向にはみ出すコイルと前記ステータとの間の形成される空間を通してステータ径方向外方へ向けて引き回されている。このため、導線の整列巻きが容易となり、占積率が高くでき、モータ効率の向上及びモータの小型化に寄与することができる。また、各コイルの端部が、反ロータ23側にあるため、ロータ23の組付け時の接触等によるコイル端部の損傷、モータ作動中のロータ23との接触によるコイル端部の損傷を防止することができ、当該スイッチドリラクタンスモータの信頼性を向上することができる。

【0034】尚、上記した実施形態では、6対のステータポール部を有するステータと、4対のロータポール部を有するロータとを備えたスイッチドリラクタンスモータに本発明を適用したが、3対のステータポール部を有するステータと、2対のロータポール部を有するロータとを備えたスイッチドリラクタンスモータ等の他のタイプにも適用することは可能である。

【0035】

【発明の効果】以上の如く、請求項1の発明によれば、同一コイル群のコイル間の接続箇所は2箇所ですみ、ロータの回転に応じてロータポール部に同時に対向するステータポール部に巻回されるコイルの群が3つ構成される、3相のスイッチドリラクタンスモータにおいては、電氣的接続箇所を最低数の6個所にすることが可能となり、製作作業時間を著しく短縮することができる。これにより、当該スイッチドリラクタンスモータの製作コストを低減することが可能となる。また、直列接続に比べて、コイルの1ターンを構成する導体線の断面積が小さくて済むため、細い導線を使用できることから、コイル端部の引き回しが容易となり、引き回し部を収容する空間を小さくできて、モータの小型化が可能となる。

【0036】請求項2及び3の発明によれば、隣り合うステータポール部間に隙間なく、コイル断面形状を容易に埋めることができ、占積率を高くすることができ、モータの効率向上及びモータの小型化が可能となる。

【0037】請求項4の発明によれば、コイル両端部により形成されるループ面積が小さくなり、放射電磁ノイズや誘導電磁ノイズが少なくなると共に、引き回しのための空間を小さくでき、モータの小型化が可能となる。

【0038】請求項5の発明によれば、コイルを構成する導線の整列巻きが容易となり、占積率を高くでき、モータ効率が向上すると共に、モータの小型化が可能となる。

【0039】請求項6の発明によれば、同相の並列コイル間でのインダクタンスのバラツキを少なくすることができる。それゆえ、ロータポール部及びステータポール部間の隙間のバラツキにより同相の並列コイル間にインダクタンスのバラツキが生じたとしても、このバラツキはロータ及びステータに作用する径方向吸引力のバラツキを低減する側に作用するので、モータの低騒音化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従ったスイッチドリクタンسモータの一実施形態の断面図である。

【図2】図1に示す一実施形態の側面図のロータを省略した図である。

【図3】図1に示す一実施形態の各コイルの配線図である。

【図4】図1に示す一実施形態の一方の種のコイルの上

面図である。

【図5】図4に示すコイルの側面図である。

【図6】図4のコイルの横断面図である。

【図7】図1に示す一実施形態の他方の種のコイルの上

面図である。

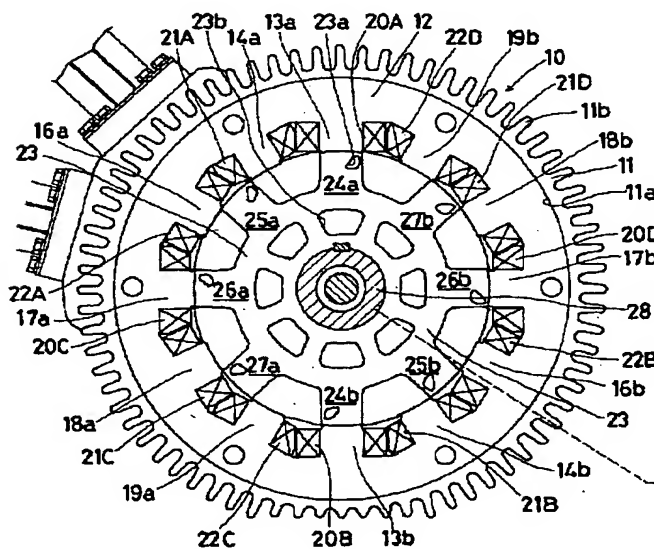
【図8】図7に示すコイルの側面図である。

【図9】図7のコイルの横断面図である。

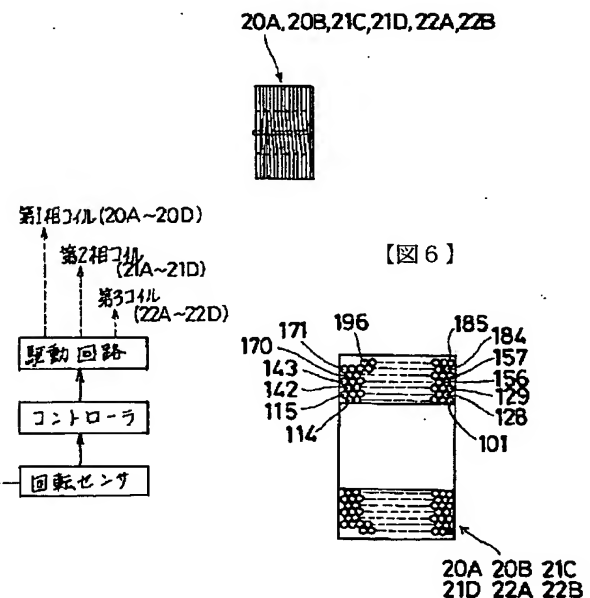
【符号の説明】

- 10 スイッチドリクタンسモータ
- 12 ステータ
- 13a、13b；14a、14b；16a、16b；17a、17b；18a、18b；19a、19b ステータポール部
- 20A～20D 第1相コイル（コイル群）
- 21A～21D 第2相コイル（コイル群）
- 22A～22D 第3相コイル（コイル群）
- 23 ロータ
- 24a、24b；25a、25b；26a、26b；27a、27b ロータポール部
- 40～45 接続部

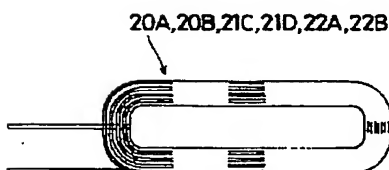
【図1】



【図4】



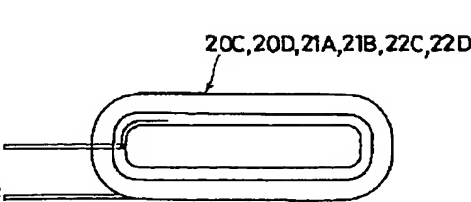
【図5】



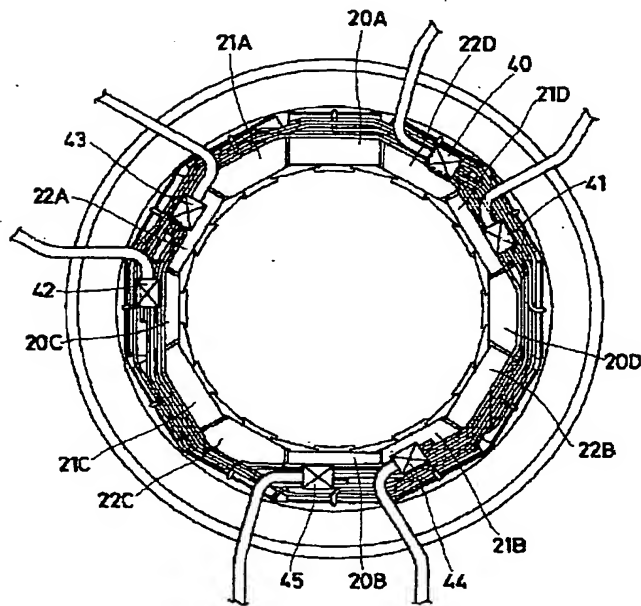
【図7】



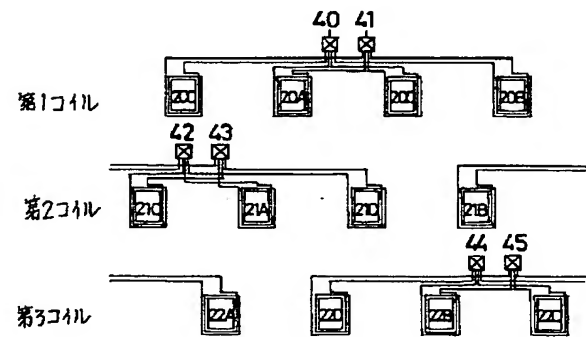
【図8】



【図2】



【図3】



【図9】

